

(19)

JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 10253995 A

(43) Date of publication of application: 25.09.98

(51) Int. Cl

G02F 1/15

C03C 27/12

(21) Application number: 09053111

(71) Applicant: CENTRAL GLASS CO LTD

(22) Date of filing: 07.03.97

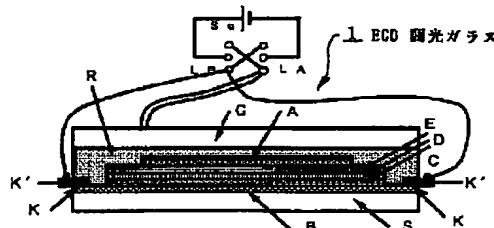
(72) Inventor: NAKASE KIYOSHI
TAO MASATO

(54) **LIGHT-CONTROLLING GLASS, AND ITS
MANUFACTURE**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to have uniform coloring/color fading, excellent appearance, durability and stability, and to improve the productivity and to reduce the cost, by using a middle film for a paired glass, and bringing a low resistance electrode part into direct contact with the end side part of an upper and lower transparent electrode layers abutting on a bus bar part.

SOLUTION: An ECD is manufactured by forming a lower part ITO electrode layer B, further, a reversible electrolytic oxidized layer C, a tantalum oxide ion conductive layer D, a tungsten oxide layer E and an upper part ITO electrode layer A on the whole surface of an element substrate S made of glass by DC sputtering. Then, a sheet R being the middle film for sticking glass is cut out, and is placed on the prescribed position (position of low resistance electrode part for transparent electrode = bus bar K) of the sheet R so that an embossed copper film coincides with it, and the copper foil is stuck to the sheet R instantly. Then, respective external wiring LA, LB are bonded to the connection parts K' of the bus bar K of the electrode layer, and the ECD light- controlling glass 1 is manufactured.



COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(51) Int.Cl.⁶
 G 02 F 1/15
 C 03 C 27/12

識別記号
 5 0 2

F I
 G 02 F 1/15
 C 03 C 27/12

5 0 2
 L
 N

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全9頁)

(21)出願番号 特願平9-53111

(71)出願人 000002200

セントラル硝子株式会社
 山口県宇部市大字沖宇部5253番地

(22)出願日 平成9年(1997)3月7日

(72)発明者 中瀬 喜好
 三重県松阪市大口町1510 セントラル硝子
 株式会社硝子研究所内

(72)発明者 田尾 正人
 三重県松阪市大口町1510 セントラル硝子
 株式会社硝子研究所内

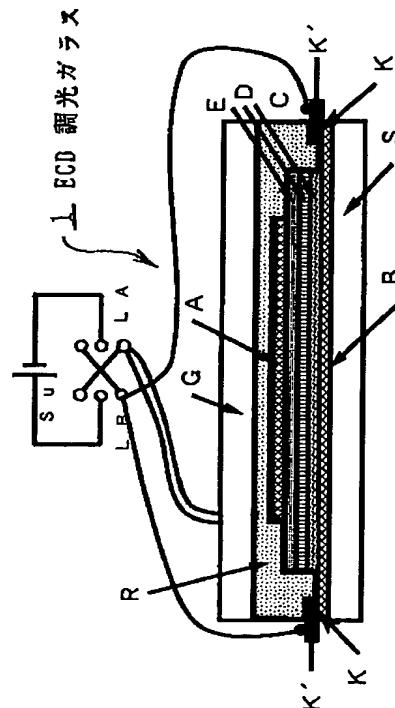
(74)代理人 弁理士 西 義之

(54)【発明の名称】 調光ガラスおよびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 着消色が均一で良好な外観をより長く持続でき、より長期的な耐久性を備え、長期的安定性に優れる調光ガラスを生産性をより向上しコストダウンを図り、製造する。

【解決手段】 少なくともエレクトロクロミック層とこれを挟む一对の透明電極層とからなるエレクトロクロミック素子を素子基板表面に形成した調光ガラスにおいて、前記透明電極層上のバスバー部に当たる低抵抗電極部に対応する位置に予め低抵抗電極部を設けた合わせガラス用中間膜を透明電極層上に重ねる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくともエレクトロクロミック層とこれを挟む一対の透明電極層とからなるエレクトロクロミック素子を素子基板表面に形成した調光ガラスにおいて、前記透明電極層上のバスバー部に当たる低抵抗電極部に対応する位置に予め低抵抗電極部を設けた合わせガラス用中間膜を透明電極層上に重ねてなることを特徴とする調光ガラス。

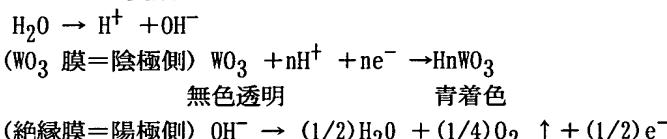
【請求項2】 前記低抵抗電極部が素子基板表面の端部の位置の前記透明電極層上に形成された導電性の箔またはワイヤーからなり、その箔またはワイヤーの一部が前記合わせガラス用中間膜の縁から外側へ突出しており、リード線との接続部となることを特徴とする請求項1記載の調光ガラス。

【請求項3】 一対の透明電極層の重なりがある領域の上部透明電極層上に、前記低抵抗電極部に接続された導電性のワイヤーを配設してなることを特徴とする請求項1乃至2記載の調光ガラス。

【請求項4】 少なくともエレクトロクロミック層とこれを挟む一対の透明電極層とからなるエレクトロクロミック素子を素子基板表面に形成した調光ガラスの製造方法において、前記透明電極層上にバスバー部に当たる低抵抗電極部を設けるために、該低抵抗電極部に対応する位置に予め低抵抗電極部を設けた合わせガラス用中間膜を前記透明電極層上に重ねることを特徴とする調光ガラスの製造方法。

【請求項5】 前記低抵抗電極部を、熱によって合わせガラス用中間膜に貼着することを特徴とする請求項4記載の調光ガラスの製造方法。

【請求項6】 前記合わせガラス用中間膜が、可塑化ポリビニールブチラール、もしくは变成エチレンビニール



その他にECDとして知られているものは、上部電極と下部電極の間に、還元着色性EC層（例えば WO_3 ）、イオン導電層（例えば酸化タンタル）、可逆的電解酸化層（例えば酸化または水酸化リジウム）が積層（ECD三層）され、両電極間に所定の電圧を印加できる構造となっている。

【0007】 ところで、EC層を直接または間接的に挟む一対の電極層は、EC層の着色を外部に見せるために少なくとも一方は透明でなければならない。特に透過型のECDの場合には両電極層とも透明でなければならない。

【0008】 透明な電極材料としては、現在のところ SnO_2 、 In_2O_3 、ITO（ In_2O_3 と SnO_2 の混合物）、 ZnO 等が知られているが、これらの材料は比較的透明度が悪いために薄くせねばならず、この理由及びその他の理由からECDは基板（例えばガラス板やプラスチック板）の上に

アセテートであることを特徴とする請求項4乃至5記載の調光ガラスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、エレクトロクロミック素子を基板表面に形成した調光ガラスおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 電圧を印加すると可逆的に電解酸化または還元反応が起こり、可逆的に着消色する現象をエレクトロクロミズムという。

【0003】 このような現象を示すエレクトロクロミック（以下、ECと略す）物質を用いて、電圧操作により着消色するEC素子（以下、ECDと略す）を作り、このECDを光量制御素子（例えば調光ガラスや防眩ミラー等）や7セグメントを利用した数字表示素子に利用しようとする試みは、20年以上前から行われている。

【0004】 例えば、ガラス基板の上に透明電極膜（陰極）、三酸化タンゲステン薄膜、二酸化ケイ素のような絶縁膜、電極膜（陽極）を順次積層してなるECD（特公昭52-46098号参照）が全固体型ECDとして知られている。

【0005】 このECDに電圧を印加すると三酸化タンゲステン（ WO_3 ）薄膜が青色に着色する。その後、このECDに逆の電圧を印加すると、 WO_3 薄膜の青色が消えて、無色になる。この着消色する機構は詳しくは解明されていないが、 WO_3 薄膜及び絶縁膜（イオン導電層）中に含まれる少量の水分が WO_3 の着消色を支配していると理解されている。

【0006】 着色の反応式は、以下のように推定されている。

形成されるのが普通である。

【0009】 また、ECDは用途によって、素子を保護するための封止基板を素子基板と対向するように配置し、例えばエポキシ樹脂等を用いて密封封止して用いられる。ところで、電気素子を用いる調光ガラスは、ECDや液晶を利用するものなど、種々提案されており、液晶では既に実用化されている。

【0010】 ECDを用いる調光ガラスは、実用化は遅れているが、透過光のエネルギーを連続的に制御でき、しかも視角依存性がない等の液晶にはない優れた特性を有する。ECDには、材料（主に電解質）の形態として溶液型、ゲル型、全固体型等の種類がある。

【0011】 建築用、車両用窓材等をターゲットにした調光ガラスの大型化が要請され、ECDにおいても大型化の研究開発が進められているが、EC着色層、電解質層、

電極層等をすべて薄膜状に連続的に形成する全固体型ECDは、貼り合わせや液状材料密封といった工程が不要であり、工程上最も大型化が容易と考えられている。

【0012】ECD調光ガラスの電極層には透明導電膜が用いられる。現在、透明導電膜に多く使われているのはITOであるが、ZnOやSnO₂等その他の材料も検討されている。これらの材料を使用して一対の透明電極層（上部と下部の透明膜）が、通常、真空蒸着法やスパッタリング法等で基板上に形成されるが、金属電極層と比較するとかなり高抵抗である。

【0013】前記上部、下部透明電極層とも外部電源から電圧を印加するために外部配線との接続が必要である。しかし、上下部透明電極層に対応して外部配線との接続するための電極として透明電極部（バスバー部：上下部透明電極層の適宜対向辺に対し）を使用した場合には、透明電極部が外部配線に比べて高抵抗であるので、透明電極部に重ねて（即ち、接触させて）低抵抗の電極部分を設ける。通常は、基板表面端部に位置する透明電極層の端辺部に、帯状に低抵抗透明電極部を設ける（例えば、金属製クリップを装着する）。

【0014】また、ECD調光ガラスは素子劣化を防ぐために封止樹脂（例えばエポキシ樹脂）及び封止基板により封止されて用いられる。本出願人が既に出願した発明に係わる特開平6-167724号公報では、調光ガラスの製造方法を記載し、少なくともエレクトロクロミック層とこれを挟む一対の透明電極層とからなるエレクトロクロミック素子を素子基板表面に形成した調光ガラスの製造方法において、素子基板表面の端部及び内部に位置する前記透明電極層上に低抵抗電極部を設け、この素子基板を合わせガラス用中間膜および封止基板により封止したことを開示した。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】ECD調光ガラスの大型化には種々の技術的問題を伴うが、その中の大きな問題点に不均一な着消色がある。この不均一な着消色は、ECD着色時に時間が経過しても着色濃度がECDの全面で一定とならないで濃淡差（色むら）ができ、また消色時にも濃淡差（色むら）が目立つ現象であり、外観不良の他、耐久性低下の原因となる。

【0016】また、別の問題点に封止の生産性が悪いことがある。硬化する前の封止樹脂は液状であり、ECD調光ガラスの光学歪みや素子劣化を防ぐために、素子面全体に均一な厚さで封止樹脂を硬化させる必要がある。この均一な厚さの達成には、封止樹脂量、加圧力及び加圧力分布の適切な調整を要する。

【0017】例えば、基板面からはみだす程封止樹脂量を十分に多くすると、均一厚さのための加圧力及び加圧力分布の調整は比較的容易となるが、はみだした樹脂を除去する工程が必要になる。また、基板面からはみださないように封止樹脂量を少なくすると、はみだした樹脂

を除去する工程が不要になるが、均一厚さのための加圧力及び加圧力分布の調整が非常に困難となり、均一厚さを実現できないか、または調整に多大の時間を要することになる。

【0018】また、本出願人が既に出願した発明に係わる特開平6-167724号公報に記載の調光ガラスの製造方法では、着消色が均一で外観や耐久性及び生産性を向上せしめることができたものの、例えば上下電極部（バスバー部）に低抵抗電極部を粘着テープで適宜貼り付けていたが、貼り付け作業に時間がかかることがあり、また長期の使用では該貼り付け部の接着が剥離する現象が起ることがあって、外観不良になるばかりか、前記上下電極部と前記低抵抗電極部との接触が悪くなり、接触抵抗が高くなつて着消色時とも応答性が低下することがあり、さらなる耐久性が望まれるものであった。

【0019】本発明の目的は、着消色が均一で良好な外観をより長く持続でき、より長期的な耐久性を備え、長期的安定性に優れる調光ガラスを生産性をより向上しコストダウンを図り、製造することにある。

【0020】

【課題を解決するための手段】ECD調光ガラスの大型化に伴って、基板表面端部に位置する透明電極層上に設けた低抵抗電極部の間隔が増大する。図7は、ECD調光ガラスの概略断面図であり、図9は、従来のECD調光ガラスであって、基板表面端部に位置する透明電極層上に設けた低抵抗電極部（例えば金属製クリップ）H1, H2の間隔が大きいECDに電圧を印加した場合における電流Iの流れる様子を模式的に示した図（図9(a)）、およびこれによるECD調光ガラスにおける着色状況を示した図（図9(b)）である。

【0021】ECDが大型化するに従い、透明電極層の抵抗が増大してECDの内部方向への抵抗よりも大きくなるので、図9に示すように、電流Iの大部分は、透明電極層の一端から比較的低抵抗で流れやすいECD内部に流れ込んでしまい、その結果、低抵抗電極部H1に近い部分では早く濃く着色するが、低抵抗電極部H1から離れた中央部から他端にかけては、ほとんど電流が流れず、着色が非常に遅く薄くなり、特に大型のECDにおいて、この傾向が著しいことが判った。

【0022】また、消色時も、着色時に比べれば不均一の傾向は少ないものの、同様の原因で不均一に消色することが判った。なお、図6は、従来のECD調光ガラス4の基板の4辺端部に4本の導電性クリップHを装着した場合の状態を示す概略平面図である。

【0023】従って、図8に示すような均等な電流が流れ、均一に着消色する大型ECDとするためには、透明電極層の抵抗をECDの内部抵抗程度に小さくすればよいことが判った。

【0024】透明電極層の抵抗を小さくするためには、低抵抗の電極材料を使用すれば良いが、現状の透明電極

材料(ITO、ZnO、SnO₂等)では、この要求を充分に満たすことができない。

【0025】本発明者らは、低抵抗の電極部の形成方法について、ECD調光ガラスの封止に合わせガラス用中間膜を使用し、該中間膜に低抵抗電極部を直接熱着し、該低抵抗電極部と前記したバスバー部(上下電極部)に当たる上下透明電極層の端辺部とをそれぞれ直接接触させると、長期の使用でも前記した剥離現象が起こることもなく、着消色が均一で良好な外観をより長く持続でき、より長期的な耐久性を備え、長期的安定性に優れる調光ガラスを製造することができ、封止の生産性がより向上しコストダウンが見出された。

【0026】本発明は、少なくともエレクトロクロミック層とこれを挟む一対の透明電極層とからなるエレクトロクロミック素子を素子基板表面に形成した調光ガラスにおいて、前記透明電極層上のバスバー部に当たる低抵抗電極部に対応する位置に予め低抵抗電極部を設けた合わせガラス用中間膜を透明電極層上に重ねてなることを特徴とする調光ガラス、また、前記低抵抗電極部が素子基板表面の端部の位置の前記透明電極層上に形成された導電性の箔またはワイヤーからなり、その箔またはワイヤーの一部が前記合わせガラス用中間膜の縁から外側へ突出しており、リード線との接続部となることを特徴とする上述した調光ガラス、また、一対の透明電極層の重なりがある領域の上部透明電極層上に、前記低抵抗電極部に接続された導電性のワイヤーを配設してなることを特徴とする上述した調光ガラスを提供するものである。

【0027】さらに、本発明は、少なくともエレクトロクロミック層とこれを挟む一対の透明電極層とからなるエレクトロクロミック素子を素子基板表面に形成した調光ガラスの製造方法において、前記透明電極層上にバスバー部に当たる低抵抗電極部を設けるために、該低抵抗電極部に対応する位置に予め低抵抗電極部を設けた合わせガラス用中間膜を前記透明電極層上に重ねることを特徴とする調光ガラスの製造方法を提供するものである前記低抵抗電極部を、熱によって合わせガラス用中間膜に貼着するとよく、前記熱の温度が、約80°C以上150°C以下程度であると好ましい。

【0028】また、前記貼着する手段は、通電による発熱、あるいはハンダゴテまたはこれに類するものでの熱であるとよい。さらに、前記合わせガラス用中間膜は、可塑化ポリビニルブチラール、もしくは変成エチレンビニールアセテートが好ましい。

【0029】

【発明の実施の形態】本発明の調光ガラスでは、基板表面端部に位置する透明電極層上だけでなく、透明電極層パターンの輪郭線よりも内側の基板表面内部の上部透明電極層上に低抵抗電極部(以後、この低抵抗電極部を補助バスバーとも呼ぶ)を設けることにより、上下透明電極層上の低抵抗電極部間隔を低減して透明電極層の抵抗

をECDの内部抵抗に近づけることができる。

【0030】その結果、ECDに電圧を印加した時の電流Iは、図8に示すようにECD内部方向だけでなく上部透明電極層の水平方向にも充分に流れ、しかも比較的低抵抗のECD内部に於ける着色の拡散効果があるので、ECD全面に渡って均一に着色させることができる。

【0031】バスバーの材料としては、例えば金、銀、アルミニウム、銅、白金、クロム、スズ、亜鉛、ニッケル、ルテニウム、ロジウム、ステンレス等の金属ワイヤー、金属箔及び金属薄膜または導電性ペースト等が使用できる。

【0032】シートRの端部に設けたバスバーの一部を合わせガラス用中間膜の端縁から外側へ突出させてリード線との接続部とすることが好ましく、金属箔または金属ワイヤーを用いる場合は、その長さ方向に対して端部を外側へ90°折り曲げるだけよい。

【0033】ところで、バスバーの長さとしては、基板の一辺の長さいっぽいと長すぎると着色時にコーナー4箇所の透過率が下がりすぎ、全体のバランスがとれなくなるため、基板の一辺の長さより短めとすることが好ましい(恐らく他の場所と比べ、通電による電圧降下の影響が少ない)。最適のバスバーの長さは、印加電圧、ITOの抵抗、ECDの抵抗、ECDの形状、使用温度などの複雑な要因を考慮して適宜決める。

【0034】なお、図7~9に見られるように、バスバーが下部ITO電極部、上部ITO電極部とともに1本(1辺)づつであれば、バスバーの長さを短くする必要はない。また、本発明にかかる合わせガラス用中間膜には、例えば可塑化PVB(ポリビニルブチラール)または変成EVA(エチレンビニールアセテート)が好ましいが、これらに類するものであれば特に限定されるものではない。

【0035】本発明に於けるECDの積層構造は、特にどれと限定されるものではないが、固体型ECDの構造としては、例えば①電極層/EC層(酸化発色膜または還元発色膜)/イオン導電層/電極層のような4層構造、ならびに②電極層/還元着色型EC層/イオン導電層/可逆的電解酸化層/電極層のような5層構造(図7)が挙げられる。

【0036】還元着色型EC層としては、一般にWO₃、MnO₃、V₂O₅等が使用される。イオン導電層としては、例えば酸化ケイ素、酸化タンタル、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化ニオブ、酸化ジルコニウム、酸化ハフニウム、酸化ランタン、フッ化マグネシウム等が使用される。また、イオン導電層は、電子に対して絶縁体であるが、プロトン(H⁺)及びヒドロキシイオン(OH⁻)に対しては良導体となる。EC層の着消色反応にはカチオンが必要とされ、H⁺やLi⁺をEC層その他に含有させる必要がある。H⁺は、初めからイオンである必要はなく、電圧が印加された時にH⁺が生じればよく、従ってH⁺の

代わりに水を含有させてもよい。この水は、非常に少なくて充分であり、しばしば大気中から自然に侵入する水分でも着消色する。

【0037】可逆的電解酸化層としては、例えば酸化ないし水酸化イリジウム、同じくニッケル、同じくクロム、同じくルテニウム、同じくロジウム等が挙げられる。これらの物質は、イオン導電層または透明電極層中に分散されていてもよいし、逆にそれらを分散していてもよい。

【0038】なお、前記酸化発色膜（可逆的電解酸化層）または還元発色膜（還元着色型EC層）は、どちらを上にしても下にしてもよいが、同一の膜を上下には使用しない。

【0039】前記①の場合は、EC層とイオン導電層とは、どちらを上にしても下にしてもよい。さらに前記②の場合は、EC層に対して間にイオン導電層を挟んで（場合により酸化着色性EC層ともなる）可逆的電解酸化層（ないし触媒層）を配設してもよい。

【0040】

【実施例】以下、実施例により本発明を具体的に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0041】実施例1

図1～3に示す約45cm×45cmサイズの全固体型のECD（エレクトロクロミック素子）調光ガラス1を以下の手順で作製した。

【0042】(1) 約45cm×45cmサイズのガラス製素子基板Sの表面全体にDCスパッタリングにより下部ITO電極層Bを形成した。スパッタリング時の基板加熱温度は約200℃、該ITO電極層の膜厚は約1000Å、該ITO電極層のシート抵抗は約25Ω／口であった。

【0043】(2) 図2と3に示すように、フォトエッチングにより上記下部ITO電極層の両側B', B'の領域のITO電極層を除去した。なお、ITOをマスク蒸着することにより直接にこれらのパターンを形成してもよい。

【0044】(3) DCスパッタリングにより酸化イリジウムと酸化スズとの混合物からなる可逆的電解酸化層C、酸化タンタルのイオン導電層D、酸化タンクスチタン層Eを順次形成した。

【0045】(4) DCスパッタリングにより上部ITO電極層Aを形成して、ECDを作製した。スパッタリング時の基板加熱は行わず（加熱すると先に成膜したEC層が劣化する）、上部ITO電極層Aの膜厚を約3000Åにして上部ITO電極層Aのシート抵抗が下部電極層Bと同じ約25Ω／口になるようにした。

【0046】(5) 合わせガラス用中間膜であるシートR（変成EVAまたは可塑化PVB）を約45cm×45cmの大きさに切り出し、シートRの所定の場所【図1～3のJ（上部透明電極用の低抵抗電極部=バスバー）、K（下部透明電極用の低抵抗電極部=バスバー）の位置】にエンボス加工付き銅箔（厚さ10μm、巾2.5mm、長さ25mm。エ

ンボス加工がなくてもよいが、後工程の合わせ（封止）時に良好な接着が得られるため該加工があるものの方が好ましい）が一致するように置き、図4に示すように、AC7Vの電圧を約1cmの間隔の通電端子に印加し、銅箔の任意の点を押さえ、火花が僅かに発生するとともに、銅箔とシートRとは瞬間に接着した。このような操作を銅箔1本当たり十数箇所連続して行った。

【0047】なお、銅箔とシートRとを接着する場所は、銅箔とシートRのサイズにより適宜決めればよい。また通電端子の大きさや形状についても適宜決めればよく、本実施例に限定されない。また複数の通電端子を用いてもよい。

【0048】また、銅箔は後でリード線と接続するため、シートRと接着していない部分を設け、シートRの縁から外側へ接着した銅箔の長さ方向に対し90°に折り曲げた【図1～3におけるJ'（上部電極部=バスバーの接続部）、K'（下部電極部=バスバーの接続部）】。なお、印加電圧はそれほど大きくなくても銅箔とシートRとは充分接着した。印加電圧としては、ACまたはDCで約3～10Vで約1秒以内程度が好ましいものであった。また、ハンダゴテの温度は約80～150℃程度で押さえ時間は約1秒以内とほぼ瞬時の接着である。また接着力については、長期的に通電抵抗が増加する変化が起こらない低抵抗の導通が維持できるものであればよく、このような接着方法でよい。

【0049】(6) このエンボス加工付きの銅箔を上記方法で熔着的に貼り付けたシートR（EVA膜：デュミランF300、約250μm）およびガラス製の封止基板Gにより、該銅箔熔着EVA膜であるシートR（銅箔熔着面を素子基板のEC素子面向きとする）をEC素子付きガラス板である素子基板S（素子側を内向きとする）と封止基板Gとを、上記(4)の工程で形成した透明電極層上に銅箔がバスバーの位置になるようにサンドイッチ状に重ね、ラミネーター（プレス用）を用い、例えば約40℃、約5分で約0.1～0.5Torrまたは／および約85℃、約25分で0.1～5Torr等の条件により圧着することで合わせ、冷却することによって素子を封止した。

【0050】なお、合わせによる封止の手順等、そのやり方は特に限定されない。

(7) 上部電極層及び下部電極層のバスバーJ, KのJ', k'にそれぞれ外部配線（外部配線の端子LA, LB）をボンディングしてECD調光ガラス1を作製した。なお、前記ボンディングする位置については特に左右限定されるものではなく、また別の銅箔やワイヤー等（補助バスバー）を、例えば中央部に貼り付けたシートR（貼り付けなくてもよい）を用いる等、適宜最適な位置を選択すればよい。

【0051】この様にして作製したECD調光ガラス1に前記端子LA, LBを介して駆動電源Suから約+1.5Vの消色電圧を約5分間印加して、この時のECD調光ガラス1

の着色部全面における C光源による透過率分布を測定したところ、約22~27%程度であり、図8 (b) に示すようになり、特に気になるような不均一な着色は観察されなかった。次に、約-1.5 V の消色電圧を約1分間印加すると透過率は65~68%程度に回復し、消色中も気になるような色ムラは観察されなかった。

【0052】実施例2

図5に示すように、上部透明電極（点線A）上の対向する両端部に形成した銅箔または銅薄膜のバスバーJ, J'を接続するようにニッケルメッキを施した約0.2mm φ、長さ約44.5~45mmの銅線からなる導電性のワイヤー（2点鎖線W）を約5cm 間隔で5本並べたシートRを形成して低抵抗電極部の補助バスバーとした他は、実施例1と同様にしてECD 調光ガラス₂を作製した。

【0053】このECD 調光ガラス₂に駆動電源Suから約-1.5Vの消色電圧を約1分間印加して測定したリーク電流は、約-0.8mA 程度であり、実施例1の場合よりもやや増加した。リーク電流がやや大きいのは、図5に示すように、ニッケルメッキ銅線バスバーを設けた場所において圧力がかかり、上下透明電極A, B パターンの重なり部分に何らかの影響があるためと考えられる。

【0054】該ECD 調光ガラス₂に駆動電源Suから約+1.5Vの着色電圧を約2分間印加して、この時のECD 調光ガラス₂の着消色部全面におけるC光源による透過率分布を測定したところ、約20~23%程度であり、実施例1と同様に、気になる不均一な着色は観察されなかった。

【0055】次に、約-1.5Vの消色電圧を約1分間印加すると透過率は約67~70%程度に回復し、消色中も気になるような色ムラは観察されなかった。また、応答が約2~3倍に速くなったのは、上部ITO 膜にニッケルメッキ銅線バスバーを設けたため、上部ITO 膜のシート抵抗が見かけ上下がったためである。

【0056】なお、補助電極として用いたニッケルメッキ銅線バスバーについては、これに限らず低抵抗の導体であれば何でもよいが、導体の抵抗については1本当たり約3Ω以下程度となるものが好ましい。3Ω程度以上となると上部ITO 膜への補助電極としての効果が薄れ、応答性の向上が少なくなる。さらにより好ましくは約0.5Ω前後程度以下（低ければ低いほどよい）である。

【0057】実施例3

図1に示したバスバーJ, K の銅箔を貼り付けるシートR 上の位置に、銀ペーストによる銀薄膜またはマスク蒸着により銅薄膜をコーティングした他は、実施例1と同様にしてECD 調光ガラスを作製した。

【0058】このECD 調光ガラスに駆動電源Suから約-1.5Vの消色電圧を約1分間印加して測定したリーク電流は、約-0.5mA 程度であった。このECD 調光ガラスに駆動電源Suから約+1.5Vの着色電圧を約5分間印加して、この時のECD 調光ガラスの着消色部全面におけるC光源による透過率分布を測定したところ、約21~26%程度で

あり、実施例1と同様に、気になる不均一な着色は観察されなかった。次に、約-1.5Vの消色電圧を約1分間印加すると透過率は約65~68%程度に回復し、消色中も気になる色ムラは観察されなかった。

【0059】比較例1

サイズを約25cm×15cmとし、断面がコの字型で長さが約15cmのリン青銅またはステンレス製の導電性クリップH (H1, H2) を2本用意し、この導電性クリップH 2本を図9に示す様に素子基板端部の対抗する辺に装着し、これにより導電性クリップH が上部、下部各電極層の取り出し部を圧着するようにした他は、実施例1と同様にしてECD 調光ガラスを作製した。

【0060】このECD 調光ガラスに駆動電源Suから約-1.5Vの消色電圧を約0.5 分間印加して測定したリーク電流は、約-0.1mA 程度であった。このECD 調光ガラスに駆動電源Suから約+1.5Vの着色電圧を約3 分間印加して、この時のECD 調光ガラスの着消色部全面におけるC光源による透過率分布を測定したところ、約27~35%程度であり、図9の(a) および(b) に示すように、模式図のような不均等な電流が流れ、平面図にあるような気になる不均一な着色が観察された。次に、約-1.5Vの消色電圧を約0.5 分間印加すると透過率は、約65~68%程度に回復したが、消色中もやはり気になる色ムラが観察された。

【0061】なお、本発明の調光ガラスの製造方法はEC Dについて詳述したが、ECD 分野だけでなく、液晶 (LC D) 分野等これらに類する分野にも広く採用することが可能であることは言うまでもない。

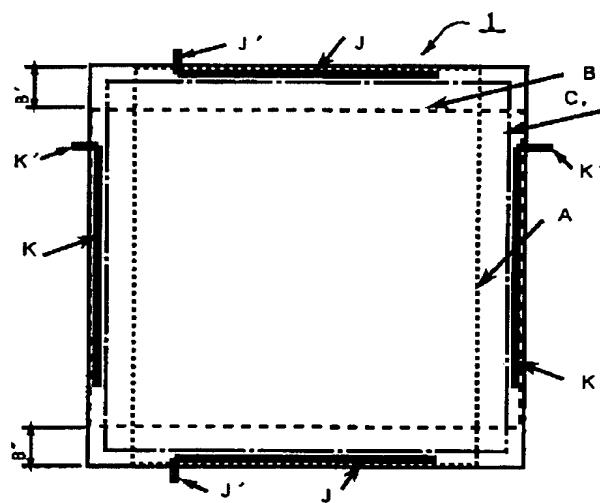
【0062】比較例2

実施例1と同じ大きさで、断面がコの字型で長さが約25cmのリン青銅またはステンレス製の導電性クリップH (H1, H2) を4本用意し、この導電性クリップH 4本を図6に示す様に素子基板端部の対抗する辺に装着し、これにより導電性クリップH が上部、下部各電極層の取り出し部を圧着するようにした他は、実施例1と同様にしてECD 調光ガラス₄を作製した。

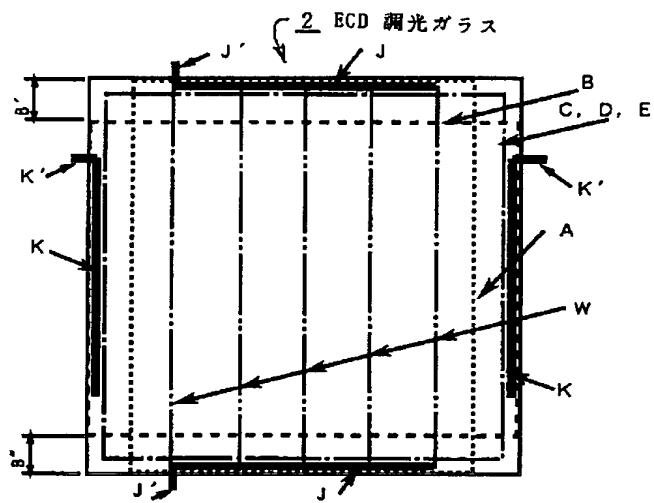
【0063】このECD 調光ガラスに駆動電源Suから約-1.5Vの消色電圧を約1分間印加して測定したリーク電流は、約-0.5mA 程度であった。このECD 調光ガラスに駆動電源Suから約+1.5Vの着色電圧を約5 分間印加して、この時のECD 調光ガラスの着消色部全面におけるC光源による透過率分布を測定したところ、約30~38%程度であり、比較例1と同様の傾向を示す不均等な電流が流れ、気になる不均一な着色が観察された。次に、約-1.5Vの消色電圧を約1分間印加すると透過率は、約67~70%程度に回復したが、消色中もやはり気になる色ムラが観察された。

【0064】なお、本発明の調光ガラスの製造方法はEC Dについて詳述したが、ECD 分野だけでなく、液晶 (LC D) 分野等これらに類する分野にも広く採用することが

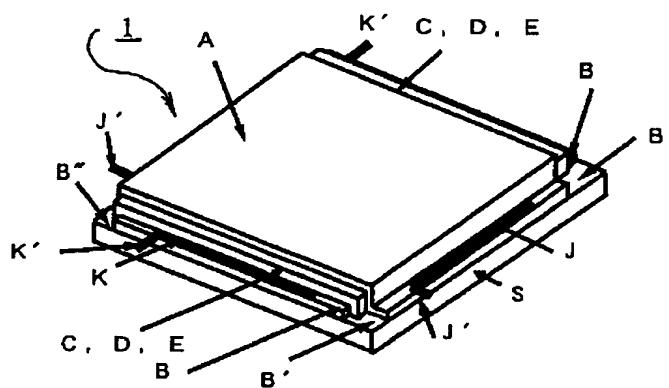
【図2】



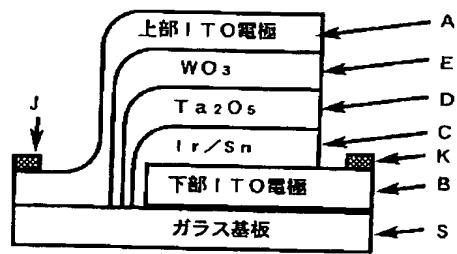
【図5】



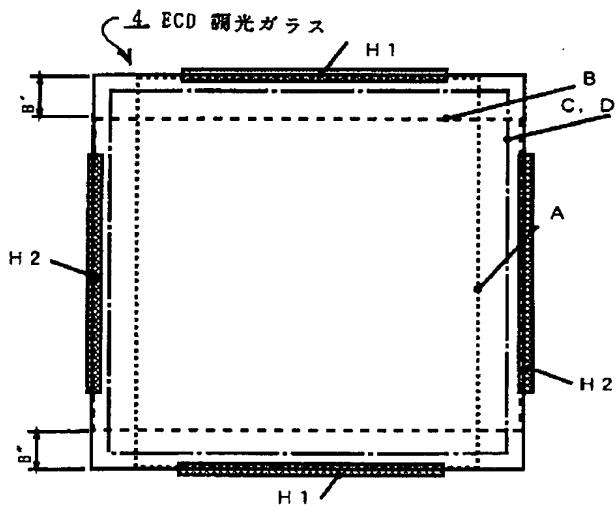
【図3】



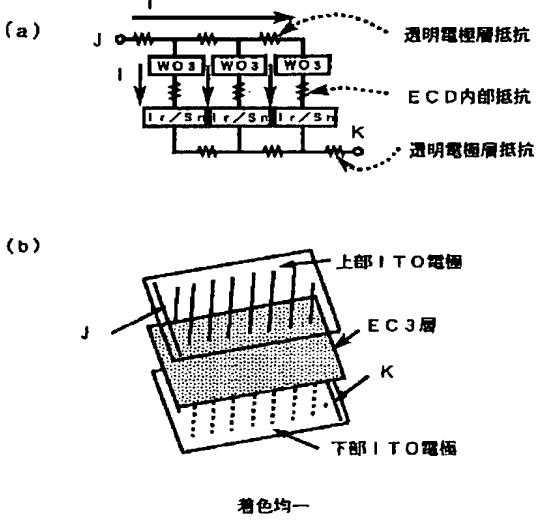
【図7】



【図6】



【図8】



【図9】

